PERAMALAN DATA CURAH HUJAN DENGAN METODE WAVELET-VAR

MELVIN
NIM. H1091201029

SKRIPSI

PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

PERAMALAN DATA CURAH HUJAN DENGAN METODE WAVELET-VAR

MELVIN
NIM. H1091201029

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Statistika pada Program Studi Statistika

PROGRAM STUDI STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Peramalan Data Curah Hujan dengan Metode Wavelet-VAR
Nama Mahasiswa	: Melvin
NIM	: H1091201029
Jurusan/Program Studi	: Matematika/Statistika
Tanggal Lulus	: 18 Maret 2025
SK Pembimbing	: No. 2651/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal 2 September 2024
SK Penguji	: No. 823/UN22.8/TD.06/2025/Tanggal 11 Maret 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Nurfitri Imro'ah, M.Si.	Dr. Evy Sulistianingsih, M.Sc.
NIP. 198907182019032021	NIP. 198502172008122006

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Shantika Martha, M.Si.	Hendra Perdana, M.Sc.
NIP. 198403082008122003	NIP. 198810102019031020

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Nurfitri Imro'ah, M.Si.	Dr. Evy Sulistianingsih, M.Sc.
NIP. 198907182019032021	NIP. 198502172008122006

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, M.Si.
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Melvin
NIM	: H1091201029
Program Studi/ Jurusan	: Statistika/Matematika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 18 Maret 2025

Melvin
NIM. H1091201029

Peramalan Data Curah Hujan Menggunakan Metode Wavelet-VAR

Abstrak

Peramalan curah hujan yang tepat sangat penting dalam pengelolaan sumber daya alam dan pencegahan bencana karena dapat memberikan informasi yang akurat mengenai kondisi cuaca yang akan datang, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih efisien. Dengan peramalan yang akurat, kita dapat merencanakan kegiatan pertanian, perikanan, dan pemanfaatan sumber daya alam lainnya secara optimal, serta meminimalkan risiko kerusakan atau bencana seperti banjir dan badai yang dapat membahayakan kehidupan dan infrastruktur. Oleh karena itu, penilitian ini bertujuan untuk melihat keakuratan peramalan curah hujan dengan menggunakan metode Wavelet untuk mengurangi gangguan pada data curah hujan yang kemudian dianalisis menggunakan model *Vector Autoregressive* (VAR) untuk peramalan. Pemilihan data curah hujan dan kecepatan angin sebagai fokus analisis sangat relevan karena kedua variabel ini mempengaruhi banyak sektor, seperti pertanian, perairan, dan transportasi. Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup catatan bulanan tentang curah hujan dan kecepatan angin di Kota Pontianak dari Mei 2012 hingga Desember 2022, dengan perhatian khusus pada pentingnya stasionaritas data agar model yang dihasilkan valid. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Wavelet-VAR mampu memberikan akurasi peramalan curah hujan dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 6,17%.

Kata kunci: Stasioner, Transformasi Wavelet, *Vector Autoregressive*

Forecasting Rainfall Data Using the Wavelet-VAR Method

Abstract

Precise weather forecasting is essential in natural resource management and disaster prevention as it can provide accurate information on upcoming weather conditions, enabling more efficient decision-making. With accurate forecasting, we can optimally plan agricultural activities, fisheries, and other natural resource utilization, and minimize the risk of damage or disasters such as floods and storms that can endanger lives and infrastructure. Therefore, this study aims to improve the accuracy of rainfall forecasting by using the Wavelet method to reduce disturbances in rainfall and wind speed data, which are then analyzed using the Vector Autoregressive (VAR) model for forecasting. The selection of rainfall and wind speed data as the focus of analysis is very relevant because these two variables affect many sectors, such as agriculture, water, and transportation. The data used in this study includes monthly records of rainfall and wind speed in Pontianak City from May 2012 to December 2022, with special attention to the importance of data stationarity for the resulting model to be valid. The results showed that the combination of Wavelet and VAR methods was able to improve the accuracy of rainfall forecasting with a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value of 6.17%.

Keywords: *Stasioner, Daubechies Wavelet Transform, Vector Autoregressive*

PRAKATA

Puji syukur atas Rahmat Tuhan Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang yang telah memberi petunjuk, kekuatan, bimbingan serta karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul "**Peramalan Data Runtun Waktu dengan Metode Wavelet-VAR**" dapat terselesaikan.

Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Statistika pada Program Studi Statistika Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikannya skripsi ini. Dengan terselesaikannya skripsi ini, perkenankan penulis untuk mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya yang tidak terhingga pada saat penulisan hingga selesainya penulisan skripsi ini.
2. Ibu Nurfitri Imro'ah, M.Si. selaku dosen pembimbing pertama yang penuh dengan kesabaran memberi bimbingan, nasihat, waktu dan menyediakan fasilitas dan izin selama pengerjaan hingga penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Dr. Evy Sulistianingsih, M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua yang senantiasa membimbing, memberikan masukan, arahan serta waktu hingga selesainya skripsi ini.
4. Keluarga tercinta: papi: Yohanes Ahon, mami: Erlina, mama: Tanti Suryani, kakak, abang, adik: Julianti, Daniel Ryan Felix, Dervin, dan Samuel Bryan Felix yang selalu mendukung, menghibur, dan mendoakan saya dalam proses penyusunan skripsi ini.
5. Sahabat tercinta dari masa Sekolah Menengah Pertama: Andrian, Aldrik, Angelica, Balo, Carlos, Cientia, Diah, Dila, Fiona, Jerry, Nova, dan Siti yang hingga kini selalu menemani disegala kondisi penulis.
6. Teman-teman saya: Evelyn Oktaviana Hutapea, Nur Ismi Radinasari, Lyra Mauditia, Rendi Rivaldo, Khofifah Haulia, Lailatul Mursyidah, Ariski Padilah, Thoriqmal Firdaus, Katon Bagaskara dan Juan Pernandes Simamora yang telah memberikan dukungan pribadi kepada saya.

7. Teman-teman Integers Angkatan 2020 yang dengan caranya tersendiri selalu menyemangati saya.

Semoga Tuhan membalas budi baik semua pihak yang telah memberi dukungan dan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Pontianak, 18 Maret 2025

Melvin

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK ..... **iii**

Abstrak ..... **iv**

Abstract ..... **v**

PRAKATA ..... **vi**

DAFTAR ISI ..... **viii**

DAFTAR GAMBAR ..... **x**

DAFTAR TABEL ..... **xi**

DAFTAR SIMBOL ..... **xii**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiii**

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Batasan Masalah 3

1.5 Tinjauan Pustaka 3

1.6 Metodologi Penelitian 4

BAB II LANDASAN TEORI **7**

2.1 Data Runtun Waktu 7

2.2 Wavelet 7

2.3 Transformasi Wavelet Diskrit 8

2.4 Fungsi dan Parameter *Thresholding* 10

2.5 *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) 11

BAB III MODEL WAVELET VAR **13**

3.1 Transformasi Wavelet Diskrit Daubechies 13

3.1.1 Filter Wavelet dan Skala 13

3.1.2 Filter Daubechies 15

3.2 Stasioneritas 15

3.3 Uji *Dickey Fuller* 16
3.4 Model *Vector Autoregressive* (VAR) 17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 20
4.1 Peramalan Data Curah Hujan dengan Wavelet-VAR 20
4.2 Estimasi *Thresholding* dengan Parameter *Minimax* 21
4.2.1 Fungsi *Soft Thresholding* dan *Hard Thresholding* Data Curah Hujan . 22
4.2.2 Fungsi *Soft Thresholding* dan *Hard Thresholding* Data Kecepatan Angin 23
4.3 Estimasi *Thresholding* dengan Parameter *Universal* 23
4.3.1 Fungsi *Soft Thresholding* dan *Hard Thresholding* Data Curah Hujan . 24
4.3.2 Fungsi *Soft Thresholding* dan *Hard Thresholding* Data Kecepatan Angin 25
4.4 Pemilihan Fungsi dan Parameter Threshold Terbaik 25
4.5 Uji Stasioneritas 26
4.6 Model Wavelet *Vector Autoregressive* 27
4.7 Hasil Peramalan 29
BAB V KESIMPULAN 30
5.1 Kesimpulan 30
5.2 Saran 30
DAFTAR PUSTAKA 31
LAMPIRAN 33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 *Flowchart* Wavelet *Vector Autoregressive*.....6

Gambar 4.1 Data Curah Hujan 20

Gambar 4.2 Data Kecepatan Angin 21

Gambar 4.3 Data Aktual dan Hasil Estimasi Fungsi *Soft Thresholding* dan *Hard Thresholding* Curah Hujan dengan Parameter *Minimax* 22

Gambar 4.4 Data Aktual dan Hasil Estimasi Fungsi *Soft Thresholding* dan *Hard Thresholding* Kecepatan Angin dengan Parameter *Minimax* 23

Gambar 4.5 Data Aktual dan Hasil Estimasi Fungsi *Soft Thresholding* dan *Hard Thresholding* Curah Hujan dengan Parameter *Universal* 24

Gambar 4.6 Data Aktual dan Hasil Estimasi Fungsi *Soft Thresholding* dan *Hard Thresholding* Kecepatan Angin dengan Parameter *Universal*.....25

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai *Minimax Threshold*..... 11
Tabel 2.2 Kriteria MAPE 12
Tabel 4.1 Uji Stasioner terhadap Rata-Rata 27
Tabel 4.2 Uji Stasioner terhadap Rata-Rata setelah *differencing*..... 27
Tabel 4.3 Nilai AIC Untuk Model Wavelet-VAR..... 28
Tabel 4.4 Hasil Peramalan..... 29

DAFTAR SIMBOL

$\mathbb{Z}$: Himpunan bilangan bulat

ϕ : Fungsi skala

ψ : Fungsi Wavelet

N : Jumlah data

X : Data runtun waktu

g_l : Filter skala

h_l : Filter Wavelet

λ : *Threshold* / nilai ambang

$H(x)$: Fungsi *hard thresholding*

$S(x)$: Fungsi *soft thresholding*

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Curah Hujan Kota Pontianak..... 33
Lampiran 2 Data Kecepatan Angin Kota Pontianak 33

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan yang timbul dalam kehidupan sehari-hari dapat dijadikan model matematika atau yang sering disebut dengan pemodelan matematika. Salah satu kegunaan dari model matematika adalah untuk melakukan peramalan terhadap suatu peristiwa. Menurut Desvina & Nuraziza (2022), peramalan merupakan suatu kegiatan yang bertujuan untuk memprediksi atau memperkirakan suatu peristiwa di masa depan dan peramalan diperlukan agar dapat diketahui kapan suatu peristiwa yang akan terjadi sehingga langkah-langkah yang sesuai dapat diambil. Peramalan ini berguna untuk memprediksi kejadian di masa depan berdasarkan data dari kejadian di masa lalu. Contohnya, peramalan dapat digunakan untuk memprediksi harga saham, jumlah curah hujan, tinggi gelombang, dan lain sebagainya.

Data yang digunakan untuk peramalan biasanya berupa data runtun waktu, yang merupakan serangkaian pengamatan yang disusun secara berurutan sesuai dengan waktu. Syarat yang harus terpenuhi dalam analisis data runtun waktu adalah data tersebut harus bersifat stasioner. Sebuah data dikatakan stasioner jika pola data tersebut berada dalam keseimbangan sekitar nilai rata-rata yang tetap dan variasi di sekitar rata-rata tersebut tetap konstan selama periode waktu tertentu (Safitri dkk., 2017). Untuk menganalisis data runtun waktu, berbagai metode dapat digunakan, salah satunya adalah metode analisis dalam domain waktu seperti *Vector Autoregressive* (VAR) dan metode analisis dalam domain frekuensi seperti wavelet.

Curah hujan yang terjadi di berbagai wilayah Indonesia, termasuk di Kota Pontianak, seringkali mencapai tingkat yang tinggi. Menurut Kadmaerubun & Simanjuntak (2022), informasi tentang data curah hujan sangat penting dan bermanfaat dalam berbagai sektor, seperti perhubungan, perairan, dan pertanian. Di bidang perhubungan, peramalan curah hujan digunakan untuk menilai apakah kondisi cuaca memungkinkan transportasi, khususnya pesawat terbang dan kapal laut, untuk beroperasi dengan aman. Dalam sektor perairan, informasi mengenai curah hujan digunakan untuk menentukan kapan musim hujan atau musim kemarau

akan terjadi. Meskipun besar curah hujan tidak dapat dipastikan, peramalan cuaca memungkinkan kita untuk memprediksi kemungkinan terjadinya hujan dengan cukup akurat. Peramalan curah hujan ini dapat membantu mengatasi masalah yang mungkin muncul, seperti kekurangan air atau kekeringan. Secara umum, manfaat dari informasi curah hujan adalah untuk meningkatkan kewaspadaan terhadap potensi dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh curah hujan, sehingga langkah-langkah antisipasi terhadap bencana dapat dilakukan dengan lebih efektif.

Wavelet adalah fungsi transformasi yang membagi data menjadi komponen-komponen dengan resolusi berbeda, yang memungkinkan analisis lebih mendalam pada berbagai tingkat resolusi (Tantowi dkk., 2018). Transformasi wavelet adalah teknik dekomposisi multi-resolusi yang menghasilkan representasi data yang efisien dalam domain waktu maupun frekuensi. Transformasi Wavelet dibedakan menjadi dua jenis, yaitu Transformasi Wavelet Kontinu (TWK) dan Transformasi Wavelet Diskrit (TWD) (Vemmie, 2015).

Beberapa jenis wavelet yang terkenal antara lain Haar, Daubechies, Symlets, Coiflets, dan Meyer, serta masih banyak lagi. Wavelet Daubechies adalah pengembangan dari wavelet Haar yang memiliki kelebihan dibandingkan dengan jenis wavelet lainnya, sehingga sering digunakan dalam transformasi wavelet diskrit (TWD). TWD menghasilkan sejumlah koefisien yang kemudian diproses melalui estimasi ambang batas (*threshold*) untuk mengurangi *noise* pada data (Alima dkk., 2024).

Pada penelitian ini, dilakukan transformasi wavelet Daubechies pada data curah hujan dan kecepatan angin untuk mengurangi *noise* pada data, kemudian dilanjutkan dengan metode *Vector Autoregressive* (VAR) untuk melakukan peramalan. Tujuannya adalah untuk memberikan akurasi prediksi curah hujan dan kecepatan angin yang akurat dengan memanfaatkan kemampuan wavelet dalam menghilangkan gangguan data, serta mengidentifikasi hubungan dinamis antara variabel-variabel tersebut menggunakan VAR. Dengan demikian, diharapkan model peramalan yang dihasilkan dapat memberikan prediksi yang akurat dan dapat digunakan untuk pengambilan keputusan yang lebih baik dalam berbagai sektor yang terpengaruh oleh perubahan cuaca.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dikaji adalah bagaimana penerapan metode Wavelet-VAR dalam meramalkan data curah hujan yang telah dihilangkan *noise*nya?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian masalah yang disampaikan sebelumnya, tujuan penelitian ini adalah menerapkan metode Wavelet-VAR dalam meramalkan data curah hujan yang telah dihilangkan *noise*nya.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dipakai adalah penggunaan metode wavelet untuk mengurangi *noise* pada data runtun waktu, diikuti dengan penerapan model *Vector Autoregressive* (VAR) dalam analisis regresi linear domain waktu. Untuk mempersempit cakupan penelitian, dibatasi penggunaan metode peramalan hanya pada metode Wavelet-VAR, dengan data curah hujan dan kecepatan angin bulanan di Kota Pontianak pada periode Mei 2012 sampai dengan Desember 2022 sebagai fokus utama.

1.5 Tinjauan Pustaka

Penelitian yang dilakukan oleh Mohammed dan Ahmed (2023) membahas peramalan kecepatan angin dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) serta Wavelet-ANN. Hasil dari studi ini menunjukkan bahwa pendekatan Wavelet-ANN menghasilkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang lebih baik yaitu sebesar 2,34% dibandingkan hanya dengan menggunakan metode ANN Tunggal saja yang memiliki nilai MAPE sebesar 14,8%.

Studi tentang data runtun waktu telah menjadi fokus penelitian yang luas, termasuk studi yang dilakukan oleh Desvina dan Julliana (2016) yang bertujuan untuk meramalkan kualitas udara melalui parameter *particulate matter* (PM10) dengan menggunakan data bulanan dari Januari 2010 hingga Desember 2014. Hasil

penelitian menunjukkan bahwa model VAR(1) adalah yang paling cocok untuk meramalkan nilai PM10.

Nababan, Warsito, dan Rusgiyono (2020) mengkaji peramalan nilai tukar rupiah terhadap dolar AS dengan menggunakan Wavelet *Neural Network*. Penelitian ini menemukan bahwa model jaringan yang terdiri dari 2 *neuron* pada lapisan input, 10 *neuron* pada lapisan *hidden*, dan 1 *neuron* pada lapisan *output* menghasilkan MAPE yang lebih kecil pada data *testing*, yakni 0,2221% dibandingkan dengan model *Neural Network* yang menghasilkan 0,2445%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa untuk kasus peramalan nilai tukar rupiah terhadap dolar AS pada periode 3 Januari 2017 hingga 31 Oktober 2018, metode Wavelet *Neural Network* memberikan hasil yang lebih optimal.

1.6 Metodologi Penelitian

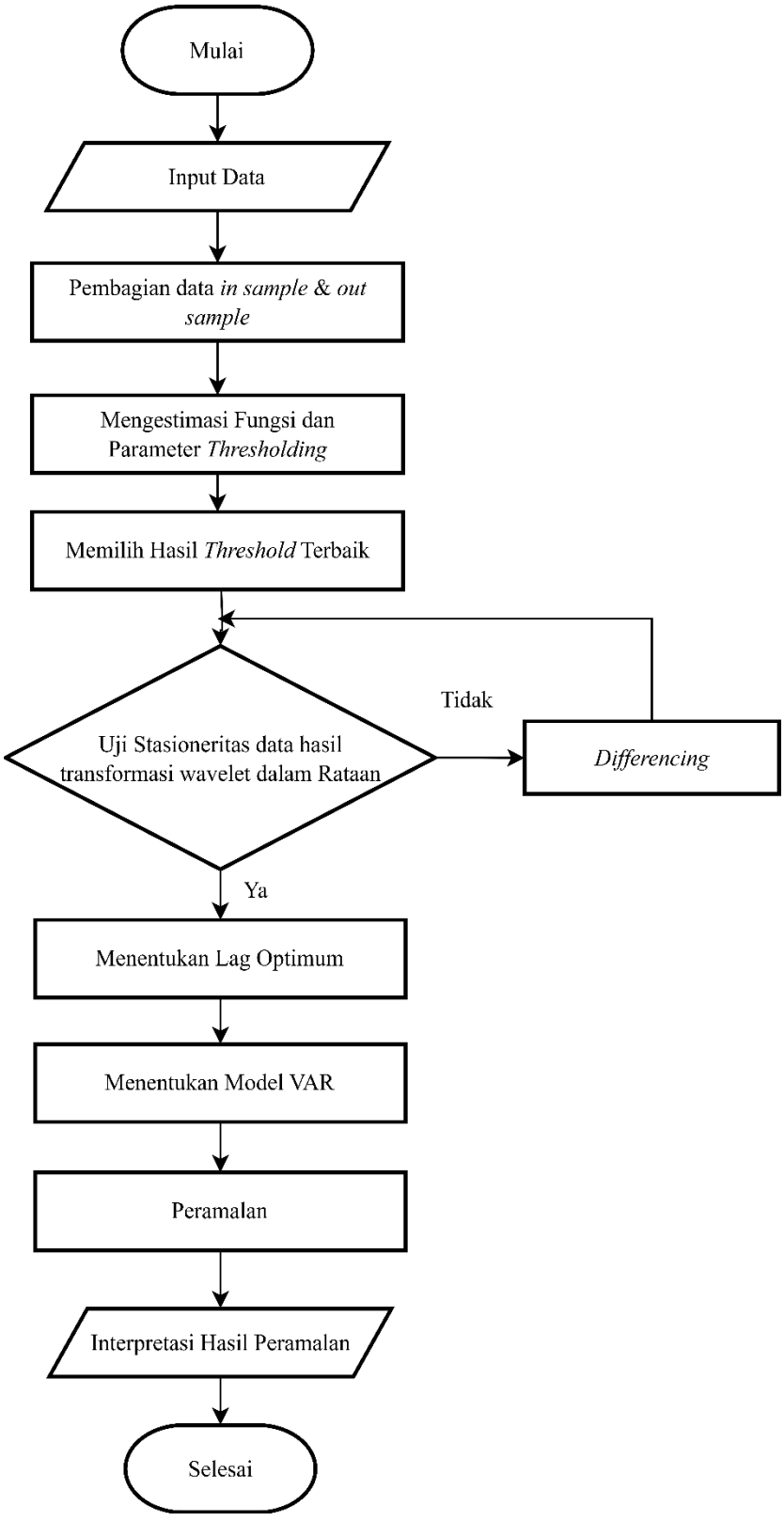
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yang meliputi data bulanan mengenai curah hujan dan kecepatan angin di Kota Pontianak dari bulan Mei 2012 hingga Desember 2022. Data ini diperoleh dari website resmi data *online* Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG).

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian studi literatur dengan mencari referensi-referensi yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang sedang dihadapi. Teori-teori yang diperoleh selama proses pencarian referensi menjadi fondasi utama dan alat utama dalam penelitian ini.

Studi pustaka yang dilakukan dalam penelitian ini terfokus pada meneliti literatur-literatur yang terkait dengan peramalan menggunakan wavelet, metode VAR, dan materi-materi pendukung lainnya. Sumber-sumber bahan dan materi yang digunakan mencakup buku, jurnal, dan sumber-sumber lain yang relevan untuk mendukung penelitian. Tujuan dari studi pustaka ini adalah untuk memperoleh landasan teori yang kuat, yang kemudian digunakan sebagai dasar dalam menyelesaikan permasalahan yang diteliti dalam penelitian ini.

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua tahap utama, yaitu menggunakan metode wavelet untuk menghilangkan *noise* dan metode VAR untuk peramalan. Data yang digunakan adalah data curah hujan

bulanan di Kota Pontianak dari bulan Mei 2012 sampai bulan Desember 2022 dan pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Software* R. Tahap pertama dalam penelitian ini adalah menentukan ukuran data, data harus memiliki ukuran $N = 2^j$, di mana j adalah bilangan bulat non-negatif. Oleh karena itu, pemilihan data yang memenuhi syarat tersebut penting. Selanjutnya data diubah dengan menggunakan fungsi wavelet. Dalam penelitian ini, digunakan Wavelet Daubechies 4 (Db4). Tahap selanjutnya ialah mengestimasi data dengan menggunakan proses *threshold*. Dimulai dengan pemilihan fungsi *threshold* yang digunakan. Terdapat dua jenis fungsi *thresholding* yang digunakan, yaitu *hard thresholding* dan *soft thresholding*. Tahap selanjutnya adalah pemilihan parameter *thresholding*. Parameter *thresholding* (λ) digunakan untuk menentukan tingkat kemulusan fungsi. Pemilihan parameter harus dilakukan secara teliti untuk menghasilkan fungsi yang optimal. Tahap selanjutnya ialah menginverskan data untuk mengembalikan data ke bentuk aslinya setelah proses *thresholding*. Kemudian, tahap selanjutnya adalah uji stasioneritas data, jika data tidak stasioner dalam rataan maka dilakukan proses *differencing*. Setelah data sudah stasioner, langkah berikutnya adalah menentukan jumlah lag yang optimal untuk model menggunakan nilai *Akaike's Information Criterion* (AIC). Tujuannya adalah memilih struktur model yang paling sesuai. Setelah jumlah lag yang tepat dipilih, langkah berikutnya adalah membentuk model VAR dengan menggunakan metode kuadrat terkecil. Dengan menggunakan pendekatan ini, kita dapat mengestimasi parameter-parameter dalam model dengan cara yang meminimalkan kesalahan antara nilai aktual dan nilai yang diprediksi oleh model. Tahap terakhir ialah melakukan peramalan menggunakan metode VAR untuk memprediksi data dimasa depan.



Gambar 1.1 *Flowchart* Wavelet *Vector Autoregressive*